Dr. ĐURO GRAČANIN:

NAUČNI INDETERMINIZAM I MOGUĆNOST ČUDA

Preštampano iz »Bogoslovske Smotre« br. 2. 1938.

ZAGREB 1938.
TISAK NADBISKUPSKE TISKARE.

Naučni indeterminizam i mogućnost čuda.

Dr. Đuro Gračanin.

1. Tko barem iz daleka nije imao prilike pratiti razvoj pozitivnih znanosti posljednjih nekoliko godina bit će iznenađen izrazima u naslovu: n a u č n i i n d e t e r m i n i z a m. Sve, uistinu, što se dosad odnosilo na pojam pozitivne znanosti bilo je u tolikoj mjeri vezano na pojam determiniranosti i determinizma, da samo spajanje pridjeva n a u č n i uz imenicu i n d e t e r m i n i z a m može izgledati paradoksno. A ipak u čitavom jednom području pozitivnih nauka, i to baš onome, gdje su posljednjih godina polučeni najznatniji rezultati, — u fizici — govori se od nekog vremena o naučnom indeterminizmu. Po fizičarima koji su se bavili i filozofijom stvar je zainteresirala i čisto filozofske krugove pa i same teologe. U detaljniju diskusiju s ovog posljednjeg stajališta nije se, koliko nam je poznato, nitko dosad upustio, ali sudeći po kome, tu i tamo, izašlom članku može se naslutiti da pojava naučnog indeterminizma izaziva kod jednih velike nade, a kod drugih donekle bojazan da bi utvrdenje njegovo moglo pokolebati principe determinizma, kojim se je dosad, — kao tobože univerzalno vrijednim, — argumentiralo protiv mogućnosti čuda. Neodredena slutnja podilazi jedne i druge, da se stoljećima konstruirana zgrada determinizma ljulja i da bi sve ono, što se dosad tako nepokolebivo činilo, moglo jednog dana pasti. Koliko je zastupnicima pozitivnih nauka, ukoliko se isključivo njima bave, stalo da se determinizam održi, to je dakako drugo pitanje. Sigurno da učenjaka, ukoliko je učenjak, zanima samo stvarnost pa ma kakva bila. Ali nerijetko je čovjek pozitivne nauke i filozof; on gotovo neizbježivo ima svoje filozofsko naziranje koje projicira na svoju nauku, i pod vidom koga tumači naučne činjenice. I ako je istina, da je većina stručnjaka na polju pozitivnih prirodnih nauka donedavna bila isključivo deterministički orijentirana smatrajući determinizam kao apriorni princip o kome nema diskusije, onda se da pomišljati kakvu revoluciju izaziva indeterminizam provaljujući u nauku.

Zamašaj medutim ovog dogadaja najnovijeg vremena teško ćemo ocijeniti, ako prije svega, barem u kratkim potezima, ne prikažemo stav determinizma obzirom na tumačenje svijeta i pojava u njemu. U kontrastu s njima naučni će indeterminizam, koji je vezan uz mnoge zamršene i duboke probleme, poprimiti jasniji izražaj. Ipak, to sve neće biti dosta: tek filozofskom diskusijom, kritičkim naime ispitivanjem tog novog naučnog pojma moći ćemo odrediti njegov pravi filozofski zamašaj, i time ujedno njegovu vrijednost obzirom na mogućnost čuda. Otud tri dijela u ovoj raspravi: 1. Univerzalni determinizam; 2. Prodor indeterminizma; 3. Filozofski zamašaj i značenje nove nauke.

I. Univerzalni determinizam.

2. Po svom porijeklu determinizam je nesumnjivo filozofske naravi. Kad bi istraživali njegove prve početke sigurno bi ga sreli već u stoičkom materijalizmu, a naišli bi na nj i kasnije svaki put kad bi ispitivali razne monističke sisteme kroz povijest ljudskog duha. On je prvotno i u filozofskoj formi značio nadasve negaciju ljudske slobode. U svom današnjem obliku on je usko vezan uz pojam pozitivne znanosti i označuje prije svega nepromjenljivost u pojavnom slijedu. Polazeći sa stajališta da je fizički svijet odnosno svemir »zatvoreni sistem«, determinizam uči da nijedna izvankosmička sila ne može utjecati na njegovo djelovanje niti ga mijenjati. Preciznije rečeno: sve što se u fizičkom svijetu zbiva, zbiva se po nužnim nepromjenljivim zakonima, tako da čim je postavljena pojava-uzrok iz nje nužno slijedi pojava-posljedica. Permanentnost pojava koje slijede u svijetu jedna za drugom tolika je, da ne samo nema intervencije kakvih »tajnih« sila, nego ne postoji ni mogućnost takove intervencije. Jasno je, da s ovakovom koncepcijom stvari, mogućnost čuda posve je isključena.

U raznim varijantama, počevši od literarnog nabacivanja pa do izlaganja u naučnoj formi, ova se misao stalno ističe kao nepokolebiva dogma novovjeke misli. Nemajući namjere da sad dajemo iscrpiv prikaz determinizma — što bi bilo hors de propos[1] — ne možemo ipak a da ne iznesemo nekoliko markantnih momenata obzirom na poimanje determinizma, njegovu narav i njegov stav prema mogućnosti čuda.

3. Po shvaćanju mnogih determinizam je vezan uz znanstveni rad i naučne metode u tolikoj mjeri, da isključiti njega znači one-

[1] Koga bi stvar više zanimala, može naći izvrstan kritički prikaz raznih deterministickih teorija u studiji: L. Noël, Le déterminisme, dans Mémoires de l' Académie royale de Belgique. Classe des Lettres et des Cciences morales et politiques et Classe des Beaux-Arts, 2. Série, t. II, Bruxelles, 1906.

mogućiti znanost. Već je Renan bio pisao: »Svako je računanje drskost ako postoji neka promjenljiva sila koja po svojoj volji može mijenjati zakone svemira«.[1a] Apsolutni je dakle i prethodni uvjet znanosti, da se sve u svijetu zbiva po nepromjenljivim zakonima. »Znanost nam ne dopušta, kaže Goblot, da vjerujemo u mogućnost neizvjesnosti. Bez determinizma nema nauke«.[2] Dapače, dodaje pisac, »vjera u determinizam za učenjaka je neka vrsta profesionalne dužnosti. Kako bi on mogao da tvrdokorno traži skrivene zakone, kad unaprijed ne bi bio uvjeren da postoje? To je jedno načelo njegove metode, da nikad ne promatra kao neizvjesnu, samovoljnu ili čudesnu činjenicu kojoj ne uvida nužnosti.«[3] »Zakoni, kaže on, ne trpe iznimaka«, i kad bi postojalo nešto, što bi stvarno činilo iznimku u toku dogadaja, indukcija, — logički oslonac sveg znanstvenog dokazivanja, — postala bi nemogućom.[4]

U kom smislu treba ove ideje shvatiti pokazuje drugi poznati determinista Claude Bernard. On identificira determinizam sa uzročnošću pa kaže: »Dopustiti neku činjenicu bez uzroka, t. j. kojoj nije moguće odrediti uvjete opstanka to nije ni više ni manje nego negacija znanosti.«[5] »Uvjeti opstanka svake pojave apsolutnim su načinom determinirani. To znači, drugim riječima, čim su uvjeti pojave poznati i ispunjeni, pojava se mora uvijek i nužno, po volji eksperimentatora, obnoviti. Nijekati to značilo bi ništa drugo nego nijekati samu nauku.«[6] Što se tiče iznimaka, krivo je pretpostaviti da ih uopće ima. »Ono što se sada naziva iznimkom to je pojava kojoj su nepoznati jedan ili više uvjeta.«[7] Nikad ne smijemo dopustiti da postoje stvarne iznimke. Riječ iznimka je neznanstvena. Naš razum shvaća da postoji nešto determinirano i nešto indeterminirano. On ne dopušta da postoji nešto što se ne bi moglo determinirati. Jer to bi značilo ništa drugo nego akceptirati opstanak nečeg tajanstvenog ili nadnaravnog: a to apsolutno treba protjerati iz eksperimentalnih nauka.[8]

[1a] Ernest Renan, La Chaire d'Hebreux au Collège de France, »Questions contemporaines«, 2. édition. Paris, 1868, p. 323.

[2] E. Goblot, La finalité en biologie, Revue Philosophique, Paris 1903, p. 370, 371.

[3] Ibid.

[4] E. Goblot, Traité de Logique, 2. édition, Paris, 1922, pp. 315, 323 sq.

[5] Claude Bernard, Introduction à la médecine experimentale, Paris, 1900, p. 106, 107.

[6] Ibid., p. 107.

[7] Ibid., p. 110.

[8] Ibid., pp. 110, 284. A. D. Sertillange, koji je predgovorom popratio ovo izdanje misli da bi se ovi tekstovi mogli tumačiti i u jednom blagom

Kao što se vidi, na dnu sveg ovog umovanja stoji fizički aksiom o kvantitativnoj identičnosti materije: »ništa ne propada, ništa se ne stvara, nego sve se transformira po nepromjenljivim zakonima«. U učinku uvijek je moguće pronaći energiju, transformiranu, ali potpuno jednaku onoj što je bila u uzroku. Nikakav novi elemenat niti je nadošao niti je mogao nadoći. U svim pojavama što više postoji i kvalitativna indentičnost. Narav svake pojave zavisi isključivo o naravi njegova antecedensa. Sve pojave, iako nisu specifično iste kao pojave koje su ih proizvele ipak nastaju tako, da se od danih antecedensa stvaraju dane posljedice. Od danih kemijskih počela ili elemenata dobit ćemo uvijek dane spojeve, a ne neke druge. Od određenih fizičkih, mehaničkih ili električnih faktora postići ćemo uvijek određene fizičke, mehaničke ili svjetlosne učinke.

4. Ova koncepcija, afirmirana najprije na polju fizičkih nauka, bila je protegnuta i na ostale grane nauke, posebno na biologiju, a bila je poznata i pod imenom pozitivizma. Kao takova ona je bila smatrana i proglašavana nekim apsolutnim, vrhovnim i isključivim zakonom prirode. Sve što se u svijetu zbiva povezano je rigoroznom određenošću ili determiniranošću tako da ni u kojem području iznimaka nema, niti ih može biti. Što je determinirano to je pozitivno i vrijedno naše pažnje; sve je ostalo nenaučno i apstraktno naklapanje. Mogućnost čuda isključena je već unaprijed, jer čudo znači izvanredan čin, uzrokovan djelovanjem izvankosmičkog faktora, i koga upravo, po definiciji, nije mogla prouzrokovati neka unaprijed determinirana sila unutar svijeta.

Kakva je vrijednost ove deterministčke koncepcije, u kolikoj je mjeri ona doista znanstvena, to je dakako drugo pitanje. Nije naša dužnost da to sad ovdje ispitivamo. Dovoljno je primjetiti, da su isti njezini veliki branitelji priznali, da je determinizam postulat, apriorna pretpostavka nauke, a ne naučno dokazana činjenica. Čuli smo Goblota, koji tvrdi da je »**vjera** u determinizam neka vrsta profesionalne dužnosti«. Ni Claude Bernard ne misli drugačije. »Moramo **vjerovati,** kaže on, u znanost, t. j. u determinizam, u apsolutni i nužni odnošaj stvari.«[9] »Determinizam je, kaže on, apso-apsolutni naučni princip.«[10] On je podloga progresa«.[11] No to očito ne znači da determinizam počiva na strogo naučnim

smislu. On naime smatra da Cl. Bernard nije imao namjere isključiti religioznu nadnaravnost i da napada samo »nadnaravnost« u vitalističkom smislu.

[9] Ibid., p. 58.

[10] Ibid., p. 64.

[11] Ibid., p. 109.

osnovima. Pozitivna naučna metoda, koja bi htjela dokazati sveopću vrijednost determinizma bila bi tražila da se induktivnim putem isključi mogućnost svakog zbivanja koje se ne ravna po načelima determinizma. A to, po priznanju samih njegovih predstavnika, nije slučaj: determinizam je apriorno postuliran, kao nužni preduvjet znanstvenog rada.

Bilo je doduše pojedinaca koji su smatrali da je determinizam i induktivno utvrđen, te da kao takav imade, — sa strogo naučnog stajališta, — univerzalnu vrijednost proti svakom eventualnom heterogenom zbivanju, pa prema tome i proti čudu. David Hume je svojevremeno pisao: čuda nitko nije nikad zapazio ni u kome razdoblju ni u kojoj zemlji. Postoji stoga proti njemu jednolično protivno iskustvo.[12] Tu je misao pokušao popraviti i nadopuniti Stuart Mill. On dopušta da sve što se zbiva nije uniformno. Ima na primjer u fizici, veli on, novih iznašašća, no svako iznašašće znači otkriće novog zakona. Otkriće međutim čuda ne bi značilo pronalazak novog zakona, nego upravo suspenziju nekog zakona što postoji: ono bi pretpostavljalo da se nešto zbiva što nije uvjetovano zakonskom nužnošću.[12a] No proti tomu, kaže Mill, vrijedi sveopće protivno iskustvo.[13]

Ovaj naivni optimizam u pogledu »sveopćeg iskustva« nailazimo i kod E. Littréa: Iskustvo, kome se nikad ništa nije suprostavilo, podučilo je moderna vremena, da sve što se pripovijeda o čudesima ima svoj izvor u bujnoj mašti. Ma koliko istraživali, nikad se čudo nije zbilo tamo, gdje bi ga se moglo opaziti i ustanoviti. Tako govori trajno iskustvo.[14] Drugačije se ne izražava ni Renan, iako bi u prvi mah moglo izgledati da je on čisti apriorista. Izlažući razloge zbog kojih zabacuje čudo i nadahnutost svetog Pisma on kaže: »Ove dvije negacije nisu kod nas rezultat egzegeze, one dolaze prije svake egzegeze. Ja ne zabacujem čudesa zato što bi mi prije bilo dokazano da evandelisti ne zaslužuju potpuno povjerenje. Nego stoga, što pripovijedaju o čudesima, ja kažem: Evandelja su legende... Mi ne izbacujemo čudesima, ja kažem: Evandelja su legende... Mi ne izbacujemo čudo iz historije u ime ove ili one filozofije, mi ga zabacujemo u ime konstantnog (protivnog) iskustva.«[15]

[12] David Hume, Essays and treatises, Edinburgh, 1809, t. II, An inquiry concerning human understanding. Section X: of miracles, p. 121.

[12a] Ne treba ni isticati da je ovo posve krivo tumačenje čudesnog zbivanja. I ono je zbivanje po zakonu, samo višem, zakonu Božije mudrosti.

[13] Stuart Mill, Essais sur la Religion, trad. E. Cazelles, Paris, p. 206.

[14] E. Littré, Un fragment de médecine retrospective, Philosophie positive, t. V. Prais, 1869. p. 105.

[15] E. Renan, Vie de Jésus, Paris 1899, Préface, p. VI, Introduction, pp. XCVI—XCVII.

Kao što se vidi, ovi su autori smatrali da je induktivno dokazivanje o sveopćoj vrijednosti determinizma, i konsekventno tome o potpunoj nemogućnosti čuda, zaključeno, te da, stoga, o tome nema više raspravljanja.[15a]

Šta je u stvari kod pojedinih duhova prevladavalo: ili aprioristično postuliranje u ime nedokazanih, ali tobože potrebnih principa, kao kod Cl. Bernarda i Goblota, ili naprotiv, uvjerenje, da zbilja postoji induktivan dokaz o sveopćoj vrijednosti determinizma, to je teško reći. Vjerojatno je, da su kod većine oba faktora sad svijesno, sad nesvijesno utjecala.

5. No kakogod bilo, činjenica je da je determinizam u tolikoj mjeri zahvatio duhove našeg vremena, da je postao kao neka vrsta implicitne naučne dogme, u koju je kulturan čovjek gotovo morao vjerovati, ako nije htio da bude zbačen s naučnog pjedestala. Osjećalo se to u javnom životu tako jako, da su kršćani sami na tom terenu bili počeli uzmicati. Među protestantskim i anglikanskim bogoslovima došlo je dapače do uzmaka pa i potpunog bijega.

Schleiermacher je pisao: raspravljati da se dozna koji je događaj zapravo čudo i u čemu upravo čudo stoji, to je djetinjski posao kome se podaju, u vezi s vjerom, metafizičari i moralisti. Oni miješaju sva stajališta i otimlju ugled vjeri, kao da ona može rušiti opću vrijednost naučnih i fizičkih sudova.[16] Analogno se izražavaju i suvremeni francuski protestantski teolozi Sabatier i Ménégoz,[17] a u Engleskoj J. Campbell.[18]

Kod katolika, dakako, nije do ovoga došlo. Ipak duh koji je zavladao, učinio je često i kod katolika to, da se dokazivanje s čudom prilično potisnulo u apologetske i druge školske udžbenike. Ako se o njemu još raspravljalo, bivalo je to u kakvom vjerskom listu, dok se u javnom životu slabo tko usuđivao njime argumentirati. Došli smo bili, šutke, do te apsurdne situacije, da se najsnažniji i temeljni apologetski argumenat uklonio, ako ne baš iz srdaca i razuma, a ono iz javne obrane kršćanstva. Duh determinizma zatrovao je javnu atmosferu, pa su se mnogi i dobri katolici s argumentom o čudesima nevoljko osjećali. Da, — nek ne bude nikome krivo što to kažemo — i naša odlična katolička štampa, koja inače tako veliku apologetsku misiju vrši među širokim narodnim slojevima, na tom je području — izuzevši povremenih izvještavanja o lurdskim čudesima — prilično zatajila. Pred konstantnošću afirmiranja s izvjesne strane, da je dosta vjerovati u Boga, da su sve vjere jednake itd., taj najteži argumenat na tezulji vrednota, argumenat koji, po sebi, katoličku vjeru diže u nedvojbene visine istine i peremtornosti nije se posljednjih godina dovoljno isticao. Kao da je u zagušljivoj atmosferi determinizma i kod nas samih bilo popustilo uvjerenje da je razlog s čudom, po nauci Crkve, prvi i najodlučniji dokaz pri utvrđivanju Kristove religije.[19]

[15a] Kakvom je brzinom Renan zaključivao svoje indukcije pokazuju najbolje slučajevi iz La Salettea s Rozom Tamisier i gdicom Lamerlière, koji su svojevremeno bili zainteresirali francusko javno mnijenje. Ova posljednja tužila je nekoga, jer se je smatrala uvrijeđenom, što je njezina stvarna ili fiktivna viđenja nazvao prevarom. Sud ju je odbio i to je Renanu, koji navodi još dva ovakova slučaja prema Gazette des Tribunaux (Sudskim novinama) dovoljno da proglasi utvrđenim kako nijedno suvremeno čudo ne može se održati kad ga se počne diskutirati.

[16] F. D. Schleiermacher, Über die Religion: Reden an die Gebildeten unter ihren Verächtern, 3e édit. Berlin, 1821. pp. 151—153.

[17] A. Sabatier, Esquisse d'une Philosophie de la Religion, 9e édition, Paris, bez d. pp. 72, 73. — E. Ménégoz, Publications diverses sur le fidéisme et son application à l'enseignement chrétien traditionnel, 2e édition, 3 vol, t. I. pp. 152, 154.

[18] J. Campbell, The New Theologie, koja je 1907., kad je bila publicirana, imala veliki odjek u anglikanskim krugovima. p. 105, 106.

II. Prodor indeterminizma.

6. Proti ovom ekstremnom deterministočkom poimanju svijeta već su poodavno počele nicati razne, ali ne baš sretne, filozofske teorije. Prelazeći u protivnu skrajnost filozofi raznih škola i nijansa počeli su sasvim zabacivati determinizam tvrdeći, da ništa nije unaprijed točno određeno, da je sve neizvjesno, da se sve može zbiti, pa da, prema tome, ni u najrjeđim pojavama nema ništa izvanredna. Na ovaj način oni su, ne branili i zajamčivali mogućnost čuda, nego upravo rasklimavali teren na kome se čudo zbiva. Jer ako doista nikakve zakonitosti nema, i ako se sve može naravno zbiti, onda je i sam pojam čuda unaprijed isključen.

Na ovaj je način Huxley već udarao na vrijednost čudesa spominjanih u Evanđelju tvrdeći, da u njima nema ništa osobita. Isus je, kaže se, išao po vodi, ali neki insekti to isto čine. Isusa je začela djevica, ali partenogeneza je činjenica koju moderna biologija sreće na svakom koraku kod nekih životinjskih vrsta.[20] Isus je uskrisivao mrtve. To nije ništa izvanredna. Ima životinja koje dugo vremena budu lišene svake zamjetljive životne funkcije, po-

[19] Postoje tome i drugi razlozi osim utjecaja determinizma. Ali svakako izgleda vrlo vjerojatno da i oni koji eksplicite zabacuju determinizam u naprijed obrazloženom značenju i prihvaćaju mogućnost čudesa, podliježu pomalo — ako se svjesno ne opiru — ambijentu koji je neraspoložen prema svakom čudesnom zbivanju.

[20] T. H. Huxley, Collected Essays, London 1895, vol. VI. p. 196.

stanu kao mumije, a kasnije opet ožive.[21] To je posve naravno i zato čudesa nema! Ovo identificiranje potpuno i očito heterogenih fakata, u cilju da se zaniječe mogućnost čuda nije dakako u naučnom svijetu ostavilo dubljeg učinka.

Puno veći utjecaj imala je Bergsonova filozofija, koju su poprimili i neki katolici u nadi, da će pomoću nje lakše približiti moderne duhove kršćanstvu, makar pri tom i stradala tradicionalna koncepcija čuda. Po toj filozofiji, koju uz Bergsona zastupaju M. Blondel i E. Le Roy, postoji na početku svega jedna jedina životna struja, od koje je razvojem nastao svijet i sve što je u njemu. Sve je rezultanta razvoja života, a značajka je života upravo to, da njime ne ravnaju nužni zakoni: on je po sebi, po svojoj naravi slobodan i neizvjestan. On se nikad posve ne opetuje. Time što vidimo šta je život jednom učinio, ne možemo potpuno predvidjeti šta će drugi put učiniti. On nije unaprijed u svojim uzrocima determiniran, upravo zato što je slobodan. Ipak ova sloboda nije u svim pravcima apsolutna, nego postoje razni stupnjevi. U nekim se slučajevima ne da ništa predvidjeti, dok u drugim ipak nešto dade. Ništa nam ne dozvoljava da predvidimo pojavu genija ili neke nove vrste u prirodi, ali čisto materijalne pojave, kao padanje tjelesa, kretanje zvijezda, kemijske reakcije mogu se dosta lako predvidjeti.

Uza sve to, kako je, po temeljnoj tezi ove filozofije, čitava stvarnost jedna jedina cjelina, samovoljno dijeljenje te cjeline u cilju da se pronađu neki stalni zakoni, koji bi bili vlastiti pojedinim bićima, pojedinim naravima, može se opravdati jedino s razloga praktičnosti: u samoj prirodi to dijeljenje i ti zakoni nemaju nikakva oslonca! Još manje bi po ovom shvaćanju bilo opravdano tako odijeliti neke pojave kao da su uzrokovane nečim što je izvan sveopćeg prirodnog toka života. U životnom toku svaka je pojava izvanredna, originalna, i ako se stvar dobro promatra, u čudu nema ništa više nego u najobičnijem događaju. Čudo ne postoji, jer sve što se zbiva, zbiva se slobodno. Slobodna je na dnu svega, i nema ni jednog posebnog zakona koji bi apsolutnom nužnošću odredivao slijed događaja.[22]

Ovaj indeterminizam nije dosegao pjesničkih i literarnih izvoda Johna Ruskina, koji niječe svaki određeni slijed u prirodi i koji veli, da nas ništa ne treba iznenadivati, te da se on ne bi nimalo začudio kad bi sutra jedan drugi Jozua zaustavio sunce.

---

[21] Ibid., pp. 197—199. Teško je u literaturi, koja se izdaje kao naučna naći plićih i naivnijih argumenata proti mogućnosti čuda nego su ovi.

[22] Cfr. H. Bergson, L'Evolution créatrice, Paris 1930 passim; E. Le Roy, Essai sur la notion du miracle. Annales de Philosophie chrétienne, Paris, t. 153., oct.—déc. 1906, pp. 166—190, 225—259; M. Blondel, L. Action, Paris 1893, pp. 65, 68, 69, 396.

Ipak i ovaj filozofski indeterminizam očito je daleko od prave stvarnosti. Premda je on svojom novošću i vanjskom zanimljivošću uspio prodrijeti u mnoge krugove današnje inteligencije, nije uza sve to oborio starih koncepcija. Argumentirajući vrlo dvojbenim dokazima na filozofskom terenu,[23] ovaj pretjerani indeterminizam nije uspio pokolebati ustaljenog pozitivističkog determinizma.

Usprkos, dakle, ovom prvom filozofskom pokušaju prodora, determinizam je sačuvao svoje područje i ostao i dalje gospodarom naučnog stvaranja. Nitko stoga donedavna, u čisto naučnim krugovima, ni slutiti nije mogao, da bi sa strane pozitivnih nauka, univerzalna vrijednost determinizma mogla biti zanijekana.

7. Progresom međutim fizičkih nauka, koje su upravo bile smatrane najjačom, neosvojivom tvrđavom determinizma, situacija se — i to razmjerno naglo — posve preokrenula. U toj najpozitivnijoj nauci došlo je do zamašne, iako samo djelomične krize determinizma, i to u doba, kad je ta nauka ostvarivala svoj najznačajniji napredak otkrićem kvanta i kvantne teorije. Napredak, koji je stavio u pitanje znatan dio rezultata klasične fizike.

Šta je kvant ili kvantum akcije, to sad nećemo opširnije izlagati. Dosta je spomenuti da ga fizičari smatraju najtemeljnijom fizičkom stvarnošću, bitnim uvjetom fizičkih zbivanja.[23a]

---

[23] Mnogi od ovih argumenata kojim se spomenuti autori služe obaraju se ne samo na sasvim utvrđene filozofske zasade nego i na temeljne istine zdravog razuma.

[23a] Nećemo da opširnije o tom govorimo u toku same radnje, jer bi nas odvelo predaleko od naše teme. Nek nam ipak bude dopušteno barem u ovoj bilješci reći nekoliko riječi o postanku kvanta i kvantne teorije.

Kvanta je otkrio njemački fizičar Max Planck 1900. proučavajući tzv. »crno žarenje« ili »žar crnoga tijela«.

Već otprije je bilo poznato, da materijalna tijela u zatvorenom prostoru s jednakom temperaturom izbacuju i uvlače zrake tako, da se zbog toga uspostavi neko stanje ravnoteže u kome se izmjena energije između materije i radijacije (širenja zraka, žarenja), kompenziraju. Kirchhoff, oslanjajući se jedino na temeljne principe termodinamike pokazao je da je ovo stanje ravnoteže jedinstveno i da odgovara potpuno određenom spektralnom sastavu žarenja u zatvorenom prostoru. Zadaća je teoretske fizike bila da predvidi spektralni sastav crnog žarenja koji odgovara danoj temperaturi. Međutim razni pokusi, zasnovani na pretpostavkama klasične fizike dovodili su do velikih divergencija između teoretskog predviđanja i činjenica (L. de Broglie, La physique nouvelle et les quanta, 1937, pp. 104—109).

Planck je tada došao na ideju da stvar drugačije promatra. Pretpostavio je da je materija formirana od velikog broja korpuskula elektron-

Kakva je njegova nutarnja narav o tom se i dalje raspravlja, ali po priznanju svih fizičara novijeg vremena njegova pojava izazvala je pravu revoluciju obzirom na dosadanje shvaćanje fizike. Jedan od najistaknutijih tvoraca i pobornika ove nove fizike, Louis de Broglie — član Francuskog Instituta, univerzitetski profesor i nosilac Nobelove nagrade — kaže: »usprkos važnosti i zamašaja napretka što ga je ostvarila fizika posljednjih stoljeća dok fizičari nisu znali da postoje kvanta, oni nisu mogli nimalo shvatiti nutarnju i duboku narav fizičkih pojava, jer bez kvanta ne bi bilo ni svjetla ni tvari, iako je slobodno parafrazirati jedan evandeoski tekst, može

---

skih oscilatora ili elektrona koji su sposobni oscilirati, svaki s izvjesnim vremenom titraja. »Kod kojegod odredene temperature, energija će se žarenja nekom statističkom pravilnošću razdijeliti medu oscilatore, tako da će oscilatori iste vrste tj. iste frekvencije nejednako mijenjati energiju titranja, ali ipak tako da im vremenski prosjek titranja izade jednak. Razdioba energije medu oscilatore treba da je prema Boltzmannovoj nauci — »najvjerojatnija«. Da odredi tu najvjerojatniju razdiobu Planck pomišlja, da je energija koja žarenjem prelazi s jednog oscilatora na drugi, raskomadana u sitne djeliće i to tako, da su svi djelići, što ih mogu primiti oscilatori iste frekvencije, svi medu sobom jednaki; kojigod oscilator može da posjeduje od tih djelića ili nijedan ili jedan ili dva, tri i t. d. Zadatak je kombinatorike da se odredi, na koliko se načina takva razdioba može provesti i koja je prema tome vrsta razdiobe najvjerojatnija. Takvo rastvaranje neke fizikalne veličine u djeliće vrlo je običan postupak kod teoretskih fizikalnih izvoda, ali se Planckov izvod odlikuje dvjema značajkama. Rastvaranje energije u djeliće nije ovdje puko i samo privremeno računsko pomagalo, koje bi bilo bez važnosti na konačni rezultat; ne prelazi se ovdje pod kraj izvoda u misli na sve manje i manje djeliće, koji se u granici sasvim približe ništici; već naprotiv u rezultat ulaze razni ti djelići sa sasvim odredenom sitnom veličinom. Planckovi dakle oscilatori primaju energiju i otpuštaju je samo u jednakim obrocima ili kvantima, dakle prekidno ili diskontinuirano. Drugo je bitno u tom izvodu, da se spomenuti djelići energije ne uzimlju za svaku vrstu oscilatora jednaki, već svaki oscilator prima djeliće energije, kojih se veličina vlada prema brzini titraja oscilatora: umnožak kvanta energije i vremena titranja oscilatora... daje konstantu h; što manje traje 1 titraj, to je veći kvant energije, tako da se emisija ljubičaste svjetlosti zbiva u većim kvantima negoli emisija crvene svjetlosti.« (Dr. S. Hondl, Pogledi suvremene fizike, Zagreb 1929, p. 76).

Teoretičari fizike zapazili su tada, da je diskontinuitet izražen kvantima nespojiv s općim idejama koje su dotad služile kao podloga fizici, te da traži opću reviziju tih ideja. Ta činjenica pokazivala im je da je u kvantima otkriven zapravo najtemeljniji i najtajanstveniji zakon prirode. Planck u meduvremenu osjećajući potrebu da izrazi u općenitijem obliku

se reći, da ništa od onog što je postalo nije bez njih postalo«.[24] Po tom se vidi do kakve je bitne promjene došlo u našoj ljudskoj znanosti onog dana kad su se kvanta, potajno, u nju uvukla. Toga dana je silna i velebna zgrada klasične fizike bila uzdrmana do u svoje temelje, a da to odmah nije bilo ni zamijećeno. U povijesti intelektualnog svijeta malo je seizama koji bi se s ovim mogli usporediti. Tek danas mi počinjemo biti u stanju da mjerimo zamašaj provedene revolucije.[25]

Klasična fizika, vjerna Descartesovom idealu predočivala nam je svemir poput jednog golemog mehanizma, koga se moglo potpuno opisati lokalizacijom njegovih dijelova u prostoru i njegovih promjena u vremenu. Principijelno, bilo je, po tom shvaćanju, moguće s najvećom točnošću predvidjeti razvoj toga mehanizma, ako je čovjek posjedovao izvjestan broj podataka o njegovom početnom stanju. Ali ta je koncepcija počivala na izvjesnim implicitnim hipotezama, koje su zapravo neprimjetno bile usvojene. Jedna od ovih hipoteza bila je, da je okvir prostora i vremena, u kome mi gotovo instinktivno nastojimo lokalizirati svoje osjetne doživljaje, okvir potpuno krut i determiniran, okvir u kome svaki fizički dogadaj može, načelno, biti strogo lokaliziran nezavisno o svim dinamičkim procesima koji se tu zbivaju. Prema tome su sva zbivanja fizičkog svijeta bila nužno predočivana kao promjene lokalnih stanja prostora u vremenskom toku. Zbog toga se također u klasičnoj nauci dinamičke veličine — kao veličina energije i gibanja — pojavljuju kao izvedene veličine, konstruirane pomoću pojma brzine; tako da je nauka o gibanju služila kao baza dinamici.[26]

8. Na sasvim se drugo stanovište postavila nova kvantna fizika.

Otkrićem kvantuma akcije[26a] kao bitnog faktora fizičkog zbivanja utvrdeno je da postoji upravo neka vrsta inkom-

---

svoje otkriće odrekao se prvotne hipoteze o kvantu energije te ju je nadomjestio »kvantom učinka« ili djelovanja (Wirkungsquantum, quantum d'action). No pred neočekivanim posljedicama, što ih je izazvalo vlastito otkriće, Planck je pokušao uzmaknuti i ublažiti svoju teoriju tvrdeći da je samo izbacivanje isprekidano a primanje da je neprekidno. Usprkos sve domišljatosti, kojom je Planck kušao opravdati ove svoje tvrdnje, one su bile demantirane kasnijim napretkom fizike, naročito tumačenjem fotoelektričnog učinka i teorijom Bohrova atoma, tako da se kvantna teorija u ovom prvotnom i radikalnom obliku bila proširena i primijenjena na ostale grane fizike (L. de Broglie, op. cit., p. 109—130).

[24] Louis de Broglie, La physique nouvelle et les quanta, Paris, 1937, p.6.

[25] Ibid., p. 6.

[26] Ibid., pp. 6, 7.

[26a] Dr. Stanko Hondl, Autonomija fizikalnih znanosti, Zagreb 1936, p. 3.

patibilnosti izmedu stajališta lokalizacije u prostoru i vremenu i stajališta dinamičkog razvoja. Zbog toga, iako je i dalje moguće polaziti s ovih raznoličnih stajališta pri opisivanju realnog svijeta, ona se ne mogu istodobno upotrebljavati. Točna je naime lokalizacija u prostoru i u vremenu neka vrsta statičke idealizacije, koja isključuje svaku evoluciju i svaki dinamizam. Naprotiv, ideja je gibanja, uzeta u svoj svojoj čistoći, dinamička idealizacija, koja je u načelu protivna pojmovima položaja i vremena. Prema tome se u kvantnoj fizici opis fizičkog svijeta može vršiti samo upotrebljavajući više manje jednu ili drugu od ovih suprotnih slika, tako da rečeni opis proizlazi iz neke vrsti kompromisa glasovitih Heisenbergovih relacija nesigurnosti.[26b] Posljedica je ovih novih ideja medu ostalim to, da nauka o gibanju nije više nauka koja bi imala fizički smisao. To znači: u klasičnoj fizici bilo je dopušteno za se proučavati promjene u prostoru i odredivati brzinu, akceleraciju, tako da se onda od te čisto apstraktne studije, pomoću nekoliko novih fizičkih principa, prelazilo nauci o silama, a da se nije brinulo za način kako su materijalno te promjene vršene. U kvantnoj mehanici to više nije moguće, jer je prostorno - vremenska lokalizacija, koja je na bazi nauke o gibanju, prihvatljiva samo u toliko u koliko zavisi o dinamičkim uvjetima gibanja. Zato, ako nauka o gibanju vrijedi u makrofizici, u mikrofizici kod atomskih pojava, gdje kvanta igraju pretežnu ulogu, ona posve gubi svoje značenje.[27]

Vidjet ćemo kasnije na pojedinostima vezu svega ovog s problemom koga obradujemo.

Još je medutim jedna implicitna pretpostavka klasične fizike koja gubi svoje univerzalno značenje. To je pretpostavka, da je moguće, poduzevši shodna sredstva, zanemariti smetnje što ih pri proučavanju prirodnih pojava uzrokuje učenjak samim svojim ispitivanjem i mjerenjem. Ako ta pretpostavka, uz manja ograničenja, vrijedi i dalje u makrofizici, kod pojava u atomskom svijetu ona gubi svoju vrijednost. Iz egzistencije kvanta djelovanja, — kao što su to pokazale precizne i duboke analize Heisenberga i Bohra — proizlazi da svaki pokušaj mjerenja odredene veličine ima kao učinak to, da poremeti, nepoznatim načinom, druge veličine, koje su uz prvu vezane. Točnije rečeno: svaka mjera koja dopušta da se precizira lokalizacija neke veličine u prostoru i vremenu, ima kao učinak to, da nepoznatim načinom poremeti jednu drugu, s njome sastavljenu veličinu, koja služi da se točno odredi (specificira) dinamičko stanje te veličine. Posebno je pak nemoguće da se istodobno točno izmjere dvije sastavljene veličine.[28]

Posljedice su ovoga silno velike.

[27] L. de Broglie, op. cit. p. 7, 8.
[28] Ibid., pp. 8, 9.

9. Iz ovoga uistinu što smo vidjeli proizlazi da nikad nije moguće spoznati precizno više od polovice veličine koju bi trebali poznavati, kad bi htjeli da je točno opišemo prema idejama klasične fizike. Vrijednost je neke veličine tim nesigurnija što je s njom sastavljena vrijednost točnije poznata. Otud proizlazi važna razlika izmedu stare i nove fizike u pogledu determinizma prirodnih pojava.[29]

U staroj fizici istodobna spoznaja veličinâ, koje su utvrdivale položaj dijelova dane veličine i s njome spojenih dinamičkih veličina, dopuštali su, barem principijelno, da se točno izračuna kasnije stanje veličine. Poznavajući točno vrijednosti x_0, y_0.... danih veličina u momentu t_0, moglo se nedvojbeno predvidjeti koje će se vrijednosti x, y,.... posjedovati ove veličine, ako ih se pokuša odrediti u kasnijem momentu t. Ova mogućnost predvidanja budućih pojava počevši od sadašnjih, mogućnost koja je uključivala da je budućnost na neki način sadržana u sadašnjosti i da joj ništa ne dodaje, sačinjavala je ono što je bilo nazivano determinizmom naravnih pojava. Ali upravo tu mogućnost rigoroznog predvidanja[30] kvantna fizika smatra neostvarivom. Otud velika promjena u načinu, kojim većina današnjih fizičara promatra sposobnost predvidanja, pomoću fizikalnih teorija, slijed prirodnih pojava.

U kvantnoj fizici obzirom na nesigurnost koja je neizbježiva nije moguće, kad smo odredili vrijednost veličine u času t_0 točno proreći kakva će biti vrijednost te veličine u kasnijem momentu. O tome možemo govoriti samo s **vjerojatnošću,** a nikako s apsolutnom točnošću. Tako veza izmedu sukcesivnih rezultata mjerenja, koji za fizičara izrazuju kvantitativni izgled pojava, nije više **uzročna** veza kako su je smatrali determinisli, nego veza **vjerojatnosti.** A time je nastala bitna promjena u našem shvaćanju fizičkih zakona. To je promjena vrlo zamašna, kojoj se ni iz daleka nijesu jasno uočile sve filozofske posljedice i koja zaslužuje pažnju svakog kulturnog čovjeka.[31]

Dakako da mi iza ovog sumarnog izlaganja o stavu nove fizike ne možemo odmah preći na ispitivanje njezinog filozofskog značenja. Kompleksnost problema i teorija s čisto naučnog stajališta u kvantnoj fizici i odveć je velika a da bi samo na temelju ovoga što smo dosada rekli mogli preći na njezino kritičko ispitivanje. Nauka o kvantima, iako posve mlada, toliko se razgranala, zahvatila sve dijelove mikrofizike, da je danas teško o njoj ispravno go-

[29] Ibid., p. 9.
[30] Ibid., pp. 9, 10.
[31] Ibid., pp. 10, 11, 13.

voriti a da se ne vodi računa o sukcesivnim naučnim doprinosima, jer i kod istog učenjaka u kratkom razdoblju zna se zapaziti vidna evolucija misli, dok je u cjelini realizirani napredak — po mišljenju većine — najgrandioznije djelo koje je na području nauke ostvareno posljednjih godina.

Bilo bi dakako mimo programa ove rasprave da sad do u pojedinosti izlažemo sve divergentnosti stare i nove fizike, da se zaustavljamo na zaslugama Plancka, Wiena, Rayleigha, Jeansa, Mauricea i Louisa de Brogliea. Ne namjeravamo sad pokazivati šta su učinili Ellis, Thibaud, H. A. Compton, Debye, Raman proučavanjem fotoelektričnog učinka i strukture svjetlosti; ni koliko je značenje primjene kvantne teorije, što su je omogućili Dulong, Petit, Nernst, Lindemann i drugi. Nećemo se upuštati, iako bi stvar bila vrlo zanimljiva u izlaganje kapitalne uloge što je ju igrao Bohrov atom, koga su kasnije usavršili W. Wilson i Sommerfeld. Bilo bi, dakako, korisno prikazati kako Einsteinova teorija relativnosti zaključuje na neki način klasičnu fiziku, a pri tom ipak obraća poglede i novoj fizici. Još bi korisnije bilo pozabaviti se s mnoim pojedinostima nove kvantne mehanike koju po riječima g. Dr. S. Hondla jedan od njezinih pokretača — Louis de Broglie — čedno označuje kao »Born-Jordan-Heisenberg-Pauli-Dirac-Schrödingerovu« mehaniku.[32] Sve bi nas to predaleko odvelo od naše teme. Morat ćemo ipak, uza sve to, pitanje naučnog indeterminizma pokušati što jače produbiti nastojeći da što točnije prikažemo rezultate i zaključke do kojih je indeterminizam danas došao.

10. Šta dakle hoće naučni indeterminizam i kakav je njegov stav prema determinizmu? Kani li on posve eliminirati determinizam ili mu samo oduzeti njegovu krutost i pretjeranost? Po izjavama većine predstavnika nove fizike ne radi se o tom da se svaki determinizam potpuno ukloni.

Determinizam će i dalje zadržati odredenu funkciju i u nauci, i u ljudskom umovanju, jer on ima oslonac u stvarnosti i u ljudskom duhu i jer se čovjek odavna k njemu dovinuo.

Počivajući kraj svojih stada za vedrih ljetnih noći, kaldejski pastiri bili su, priča se, prvi koji su slijedili kretanje svemirskih tjelesa na zvjezdanom nebu. Ustanovili su tako da to kretanje nije stvar slučaja, nego da se ravna prema nepromjenljivim zakonima i možda pred veličanstvenom pojavom nebeskog sata u njihovom skučenom razumu rodila jedna općenitija misao te oni naslutiše da priroda slijedi zakone.[33]

---

[32] Dr. Stanko Hondl, Pogledi suvremene fizike, Preštampano iz 236. knjige »Rada« Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti. Zagreb 1929, p. 86 (42).

[33] Louis de Broglie, Matière et lumière, Paris, 1937, p. 262.

Reći da ima prirodnih zakona to znači kazati da se pojave medusobno vežu nepromjenjivim redom i da kad je ostvarena skupina uvjeta, odredena pojava nužno slijedi. Nadilazeći sve više stadij kaldejskih pastira, opažajući sve bolje svemir što ga okružuje, čovjek je uspio zapaziti u fizičkom svijetu veliki broj zakona i počeo je tako vjerovati u njihovu nepromjenljivost. Malo pomalo ustalilo se u dušama većine onih koji se bave naukom vjerovanje, da je fizički svijet jedan golemi stroj u koga je razvitak neumoljivo determiniran, tako da bi sigurna spoznaja njegovog sadanjeg stanja morala omogućiti predvidanje njegovih budućih stanja. Ovu je nauku o strogoj i sveopćoj determiniranosti rezumirao Laplace,[34] i naš učenjak Bošković. Laplace u svom djelu »Esej o računu probabilnosti« kaže: »Razum koji bi u danom momentu poznavao sve sile koje pokreću prirodom i respektivni položaj bića koja ga sačinjavaju, iako bi inače bio dovoljno prostran da te podatke podvrgne analizi, obuhvatio bi u istoj formuli kretanja najvećih tjelesa svemira i najlaganijeg atoma; ništa za nj nebi bilo nesigurno i prošlost kao i budućnost bila bi pred njim.«[35]

Praktično je ovo vjerovanje u determinizam (La croyance au déterminisme), kaže L. de Broglie, učinilo velikih usluga znanosti dajući joj poticaja i ulijevajući joj nadu, da će uvijek doći do sigurnih rezultata. Ali deterministička nauka nije bila samo od praktične koristi; ona u sebi sigurno sadržava dio istine. Jer kad bi bila potpuno kriva, ne bi kod fizičkih pojava bilo ni reda, ni pravilnosti, i svaka nauka o tim pojavama bila bi nemoguća.[36]

Ipak ideja o strogom i sveopćem determinizmu nije bila u tolikoj mjeri zasnovana na stvarnosti u kolikoj je bila protegnuta po području raznih znanosti. Posve opravdano postavljalo se pitanje, da li determinizam ostavlja mjesta djelovanju koje je orijentirano prema ciljevima što ih sretamo kod živih bića? Dopušta li on duhu i njegovim manifestacijama zaseban položaj u realnom svijetu? Pojavom nove fizike ova su se pitanja još više proširila te je došlo do prave krize determinizma. Najnovije teorije, što smo ih spominjali i koje su fizičari i proti svojoj volji morali akceptirati da protumače eksperimentalne činjenice, nisu doduše prisilile učenjaka da se potpuno odrekne determinizma — rekao sam, veli L. de Broglie, da to ne dopušta sam opstanak fizičke nauke — nego su ga prinukale da determinizam ne smatra više strogim i univerzalnim, da mu postavi granice.[37]

---

[34] Slavan učenjak, no koji inače, — kako zgodno kaže g. prof. Hondl — nije imao respekta pred Bogom, ali ga je tim više imao pred jednim Napoleonom. Autonomija fizikalnih znanosti, p. 14.

[35] Matière et lumière, pp. 262, 263.

[36] Ibid.

[37] Ibid., 264.

Promotrimo dakle u kom se smislu po novoj fizici te granice postavljaju i šta zapravo hoće indeterminizam.

11. Pitanje determinizma, kaže L. Broglie, ne postavlja se za fizičara na isti način kao za filozofa.[38] Fizičar ne treba to pitanje promatrati u njegovom općem metafizičkom obliku; on ima da traži njegovu točnu definiciju u okviru činjenica koje proučava. A ta definicija, kao što je već rečeno, može počivati samo na strogom predvidanju budućih događaja. Za fizičara postoji determinizam, kad mu spoznaja izvjesnog broja zapaženih činjenica u sadašnjem momentu ili u predašnjim momentima, spojena sa spoznajom izvjesnih prirodnih zakona, dopušta, da strogo predvidi, da će se ta i ta pojava zbiti u određenom kasnijem vremenu. Ova definicija determinizma sa strogom sposobnošću predvidanja događaja izgleda jedina koju fizičar može akceptirati, jer ona se jedina dade stvarno verificirati.[39]

Ali proti ovoj definiciji postoje poteškoće već u makrofizici. Prije svega, u prirodi postoji sveopća interakcija, i na kretanje najmanjeg atoma može utjecati najudaljenija zvijezda. Zato posve strogo predvidanje kakva bilo budućeg događaja zahtijevalo bi u principu integralnu spoznaju sadanjeg stanja svemira. To je međutim nemoguće.

Pokraj sve svoje prividne jakosti, ova objekcija ima više teoretsko značenje. Općenito, u praksi, buduća pojava da se predvidjeti s ograničenim brojem podataka.

Teže je naravi prigovor što se zasniva na nužno aproksimativnom značaju naših opažanja i naših mjera. Budući da su podaci, što nam ih pruža opažanje ili mjerenje, uvijek podložni eksperimentalnim pogreškama, sama predvidanja što ih možemo vršiti na temelju tih nesavršenih podataka uključuju izvjesnu netočnost,[40] tako da ovjeravanje stroge predvidljivosti pojava, a prema tome i determinizma, kako je gore definiran, uvijek je samo približno.

U stvari ni ovaj prigovor ne postavlja nepremostivih poteškoća. Uistinu točnost naših zapažanja i naših mjera može se poboljšavati bilo profinjenjem metoda, bilo usavršavanjem eksperimentalnih procedura.[41] Tako bi mogućnost opstanka determinizma bila ipak konačno osigurana. U klasičnoj fizici i izgleda da se stvarno ništa nije protivilo ideji predvidanja budućih događaja. To je predvidanje moglo biti tim savršenije što je procedura opažanja bivala savršenijom. U ovom se smislu zato i usvajao determinizam. Ali to je sve bilo prije nego je došlo do spoznaje kvantnih fenomena.

[38] Iako po istom piscu rezultat rada jednog mora interesirati drugog.

[39] Louis de Broglie, Reflexions sur l'indéterminisme en physique quantique, Travaux du IX^e Congres international de philosophie. VII, Determinisme et causalité. Paris 1937, p. 4.

[40] Cfr. Max Planck, Die Physik im Kampf um die Weltanschauung. Leipzig 1935, p. 14 sq.

[41] Ibid., p. 19 sq.

Sišavši međutim proučavanju pojava atomskog svijeta, gdje se pojavljuje opstanak kvanta, fizičari su zapazili, da se konvergencija prema točnoj predvidljivosti ne može beskrajno produljivati pomoću sve veće preciznosti podataka opažanja i mjerenja.

Uistinu, kad u atomskom području hoćemo da sve više i više preciziramo sadašnje stanje stvari da bi mogli s najvećom točnošću navijestiti buduće pojave, sukobljujemo se s jednom nemogućnošću. S nemogućnošću da istodobno povećamo točnost svih podataka koji bi nam bili potrebni; to je jedna od bitnih posljedica Heisenbergovih relacija nesigurnosti.[42] Kao što je već bilo rečeno: što više budemo orijentirali svoja opažanja i svoje mjere prema preciziranju izvjesnih podataka, to ćemo više izgubiti na preciznosti drugih podataka. Ovo je neosporna i nužna posljedica opstanka kvantuma akcije, bez koga se današnja fizika ni zamisliti ne može.[43] Budući da je danas očito, da je kvantum akcije najtemeljnija stvarnost fizike, nema nikakve sumnje, da i Heisenbergove relacije nesigurnosti imadu sasvim fundamentalno značenje. Zbog njih proces konvergentnosti prema savršenom predvidanju, što nam ga je dopuštao determinizam u staroj fizici prestaje kad se dode u atomski svijet, gdje kvantum akcije počinje uplivisati.[44]

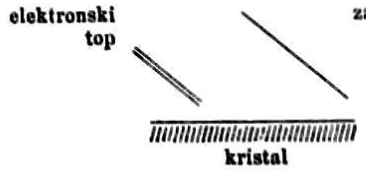
Lako je naći primjera, u kojima je, po danas posve utvrđenom shvaćanju valne (undulatorne) mehanike, predvidljivost pojava umanjena, ako ne izgubljena. Uzmimo kao jednostavan primjer »elektronski top« t. j. napravu koja izbacuje elektrone poznate energije i bombardira tako površinu kristala pred kojim, u nagetom položaju, stoji zaslon.[45] Ako je ovaj zaslon prekriven fluoroscentnom

[42] Heisenbergerovom »relacijom netočnosti« ili nesigurnosti naziva se recipročnost u točnosti određivanja mjesta i brzine prostovremenskih i dinamičkih veličina. Ona je uvjetovana veličinom h. Kad bi bilo moguće, da u isti mah najvećom točnošću odredimo i mjesto i brzinu, veličina h bi iščezla, i ne bi bilo kvantne nauke. Ali to je upravo nemoguće. Cfr. Dr. Stanko Hondl, Pogledi suvremene fizike, p. 87 (43) i L. de Broglie, La physique nouvelle et les quanta, p. 206 et sq.

[43] La physique nouvelle et les quanta, p. 15.

[44] L. de Broglie, Réflexions sur l'indéterminisme en physique quantique, p. 4, 5.

[45] Evo shematičkog nacrta te naprave prema autoru koga sad citiramo (p. 5):



supstancijom, na kojoj dolazak svakog elektrona što ih širi kristal proizvodi momentano svjetlucanje, opazit će se, ako top lagano puca, da se svjetlucanje niže u vremenu i zbiva na raznim točkama zaslona. Po načelima sada usvojenim u valnoj mehanici, nemoguće je točno predvidjeti u određenom času na kome će se dijelu zaslona zbiti svjetlucanje. Moći će se jedino izračunati vjerojatnost, da će se svjetlucanje zbiti na tom i tom dijelu površine zaslona. Ima dijelova zaslona na kojima je vjerojatnost dolaska elektrona jednaka ništici, i gdje se može reći da neće doći do svjetlucanja. Ali ima još i prostranijih područja gdje ta vjerojatnost dolaska nije jednaka ništici i gdje se ne može reći u kojoj će se točci zbiti sljedeće svjetlucanje. Postoji tu dakle prava nemogućnost predvidanja,[46] i prema tome odsutnost determinizma u onom jedinom smislu u kome, držimo, fizičar opravdano može uzeti tu riječ.[47]

Sposobnost predvidanja i determinizam mogu se povratiti za statističke pojave u kojima učestvuje velik broj fizičkih jedinica. Tako, kad bi u predašnjem primjeru s elektronskim topom, mjesto da polagano pucamo, pucali veoma brzo, tako da val elektronâ stalno obasiplje kristal, mogli bi točno predvidjeti budući izgled zaslona.[48]

Međutim jednako je tako sigurno, kao što smo vidjeli, da se u danim slučajevima spomenuti izgled zaslona ne da predvidjeti.

12. Pitanje je sad šta je toj nepredvidljivosti, ili nemogućnosti predvidanja uzrok? Pitanje kapitalno — to pisac ne naglašuje, ali to je za nas jasno, — jer u odgovoru na nj zavisi cjelokupna koncepcija indeterminizma. Ili je naime nemogućnost predvidanja uzrokovana isključivo nekim subjektivnim faktorom, kao na primjer neznanjem ili shvaćanjem eksperimentatora, njegovim mjerama ili čisto hipotetičkim teorijama; ili je zasnovana na samoj naravi zbivanja. Ako je ono prvo slučaj, onda naučni indeterminizam nema dubljeg značenja. Naprotiv, ako je nemogućnost predvidanja ne samo subjektivno nego i objektivno, u naravi zbivanja zasnovana, onda prodor indeterminizma može značiti jedan epohalni naučni događaj čije dalekosežne posljedice tek će možda buduće generacije moći procijeniti. Šta je dakle na stvari?

Mišljenja su padala i u jednom i u drugom smjeru.

Što se tiče L. de Brogliea koji je čitavom ovom indeterminističkom gibanju dao ideju i zamah on ne smatra da se radi samo o faktorima čisto subjektivne naravi ni da bi se nemogućnost predvidanja zasnivala na samo teoretskom shvaćanju stvari. Više se je puta, kaže on, tvrdilo, da ova nemogućnost predvidanja, što se

[46] Pisac kaže: imprevisibilité, nepredvidljivost.
[47] Ibid., p. 5, 6.
[48] Ibid., p. 6.

očituje u kvantnoj fizici, dolazi od krivog poimanja stvari;[49] otud, što se, pristajući uz izvjesno teoretsko shvaćanje elektrona, krivo upotrebljava izraz tjelešce (corpuscule). Proučavajući pojave kvanta, fizičari su naime došli do zaključka da nije dosta, ako hoćemo objasniti vlastitosti tvari, smatrati je sastavljenom od tjelešaca, nego da je potrebno pridružiti ovim tjelešcima valove s fizičkim svojstvima koji prilično iznenaduju.[50] To međutim nije rezultat nikakvih teoretskih pretpostavki nego stvarnog ispitivanja. To znači da u sadanjem stanju fizika tvrdi, na temelju *već zapaženih činjenica*, da nema mogućnosti strogog predvidanja činjenica. To dakle nije pitanje krivog ili pravog shvaćanja, nego ta nemogućnost predvidanja potječe otud što stvarno postoji kvantum akcije. (Baš je obratno slučaj: *Egzistencija* kvantuma akcije isključuje nezasnovane pojmove klasične fizike, pojmove prostora i vremena.)[51]

Moglo bi se doduše, kaže autor, pretpostaviti da i kod ovih pojava kvantne fizike postoji neki temeljni determinizam pojava, koji je sakriven i koji se nalazi *iznad granica našeg ljudskog znanja*. Ali to bi bila *metafizička* jedna *hipoteza*, točnije rečeno *čin vjere*, a tim se, držimo, fizičar, ukoliko je fizičar, nema pravo baviti, jer to nije onaj determinizam koga smo definirali kao strogu mogućnost predvidanja. Pitanje je za fizičara posve drugo. Radi se o tom da se sazna hoće li fizika jednog dana moći doći dotle da uspostavi pravila koja će mu dopustiti da strogo predvida pojave atomskog reda. U sadanjem stanju naše spoznaje, kaže L. de Broglie, taj nam razvoj kvantne fizike izgleda nemoguć. Indeterminizam je tako usko vezan uz eksistenciju kvanta i naše zapažanje u prostorno-vremenskom okviru, da vratiti se determinizmu značilo bi zapravo stubokom promijeniti naše pojmove o tim bitnim faktorima čitave fizike.[51a]

Značenje je dakle naučnog indeterminizma po shvaćanju L. de Brogliea kud i kamo dublje i zamašnije nego bi se to možda moglo pretpostavljati. Indeterminizam o kome se radi nije, barem u prvom redu, posljedica subjektivnih faktora. Dakako da i de Broglie priznaje — a zar bi i moglo drugačije biti? — da kvantna teorija u koliko je sastavljena od niza pretpostavki (i kao takova konstrukcija duha) igra ovdje svoju ulogu. Ali po njegovom mišljenju bit naučnog indeterminizma ne stoji u tom: ona je zasnovana na samoj egzistenciji kvantuma akcije, za koji je rečeno da je najtemeljnija

[49] Cfr. Planck, Die Physik im Kampf um die Weltanschauung p. 18 et sq.
[50] L. de Broglie, Matière et lumière, p. 268.
[51] L. de Broglie, Réflexions sur l'indeterminisme, pp. 6, 7.

fizička stvarnost, da bez njeg »ništa od onog što je postalo nije postalo«.[52]

U nekoliko navrata u raznim svojim djelima i spisima L. de Broglie insistira na tom, da je indeterminizam uvjetovan egzistencijom kvantuma akcije, te da je stoga strogi determinizam s univerzalnim pretenzijama naučno likvidiran. Determinizam doduše još ima svoju vrijednost i značenje u makrofizici, jer tamo kvanta ne igraju tako važnu ulogu. Ipak i u njoj kvanta, makar i prikrivena, postoje, te to obzirom i na nju, barem principijelno, povlači iste posljedice. Ako u njoj ove posljedice nemaju znatna utjecaja, to nimalo ne umanjuje njihovo opće i filozofsko značenje.[53]

Jedan drugi učenjak našeg vremena, P. S. Naidu, u tom je sasvim kategoričan, te izričito zastupa mišljenje da je indeterminizam u objektivnoj stvarnosti zasnovan: If indeterminisme has a deterministic basis, then, assuredly determinisme will soon come to its own; but indeterminisme has an objective basis so it is a feature of the thing-in-itself.[53a]

Samo na temelju ovakvog shvaćanja može se razumjeti da su i drugi učenjaci došli do spoznaje da je strogi determinizam — determinizam na pozitivnoj nauci zasnovan, a s filozofskim pretenzijama — preživio i da ga treba iz nauke izbaciti.

Sir Arthur Eddington, jedan od najuglednijih učenjaka današnje Engleske pisao je već 1930: »So far as we have yet gone in our probing of the material universe we cannot find a particle of evidence in favour of determinisme«, dokle smo dosad došli u svom ispitivanju materijalnog svemira, nijesmo mogli naći ništa očita u prilog determinizmu.[54] U jednom predavanju što ga je držao u Britanskom institutu za filozofiju 15. X. 1932. on je još izrazitiji. »Svi prvi ili deterministički zakoni su iščezli, veli on. Ja neću ovdje zalaziti ni u kakve pojedinosti, jer sam o ovom predmetu više puta pisao. Zaključak (svega) može se ovako formulirati: Rezultat naših dosadašnjih analiza fizičkih pojava je taj, da nismo nigdje našli dokaza u prilog opstanka determinističkog zakona.«[55]

Francuski učenjak E. Meyerson u svom djelu »De l'explication dans les sciences«[56] konstatira, na temelju svojih proučavanja, da »prava nauka, jedina za koju znamo nije ni na kakav način i ni u kome svome djelu konformna pozitivističkoj shemi«.

[52] Ibid. pp. 8, 9.
[53] L. de Broglie, La physique nouvelle et les quanta, pp. 15, 16.
[54] Predavanje publicirano u »Listeneru« od 26. nov. 1930.
[55] U reviji Philosophie, janvier, 1933, p. 38 (autor sam podvukao).
[56] Paris, 1921, t. I., p. 3.

A ta je shema kako znamo prije svega u strogom i univerzalnom determinizmu.

Mogli bi citirati još svu silu drugih autora koji govore u istom ili analognom smislu, ali to bi odveć oteglo ovu našu raspravu. Nek nam bude dosta spomenuti, da po najnovijoj izjavi Plancka, indeterministi sačinjavaju većinu u današnjem naučnom svijetu.[57]

Dakako da se fizičari zadahnuti deterministčkim duhom teško od njega dijele. Izvjestan broj fizičara, kaže L. de Broglie, pokazuju još najveću odvratnost prema ideji indeterminizma i nikako ne žele da se definitivno odreknu strogog determinizma. Bilo je među njima čak i takvih, koji su dotle išli, da su tvrdili da je znanost, koja ne bi bila deterministička, jednostavno neshvatljiva.[58]

13. Konflikt ovih raznih mišljenja najjače je izbio na površinu u Parizu prošle godine, prigodom IX. Internacionalnog filozofskog kongresa. Povod konfliktu nije bilo samo žaljenje izvjesnih zastupnika determinizma, nego nesumnjivo još više i to što su mnogi prvaci nove fizike upotrebljavali s početka (a i danas upotrebljavaju) kao ekvivalentne izraze determinizam i kauzalnost, pa su tvrdili da je princip kauzalnosti empiričkim putem oboren!

Još pred nekoliko godina pisao je sam L. de Broglie: »Ukratko, kauzalne zakone nadomjestili su zakoni probabilnosti. Nije moguće istodobno odrediti položaje i kretanja. A pomoću prirodnih zakona nemoguće je da ih istodobno odredimo. Determinizam je nepristupačan. Može se uvijek predpostavljati da on postoji, ali je slabo u skladu sa znanstvenim duhom pretpostavljati ono što je nekorisno. Ili podržavati ideju latentnog determinizma. Ali zaključak je naših napora, da se ne mogu formulirati zakoni toga determinizma.«[59]

Slično piše i prof. Hondl: »Iz dva uzroka, koji se s gledišta ljudskog pričinjaju indentičnima, mogu izaći različiti učinci, što znači da s ljudskog gledišta nema uzročnosti, nema determiniranosti.«[60]

Krivo bi međutim imali, kad bi držali da su fizičari indeterministi s ovim udaranjem na princip kauzalnosti kanili rušiti vječno vrijedne metafizičke principe, sam metafizički princip kauzalnosti na kome bazira svo naše dokazivanje o egzistenciji Božjoj.[61] To ne možemo predpostaviti već ni stoga, što među ljudima, koje smo

[57] Der Kausalbegriff in der Physik, p. 19.
[58] Ipak njihovo opiranje i nesklonost prema novoj fizici nije pomoglo. Činjenica je da ona postoji, pa prema tome otpadaju i svi prigovori o njezinoj »neshvatljivosti«. V. La physique nouvelle et les quanta, p. 240.
[59] Bulletin de la Société française de philosophie, 1929, p. 149.
[60] Autonomija fizikalnih znanosti, pp. 8, 9.
[61] V. o tom S. Zimmermann, Filozofija i Religija, Zagreb, 1936. I. dio, p. 277 et sq.

spominjali ima i odličnih katolika, koji makar i ne bili profesionalni filozofi, znadu, da udarati na temeljne razumske principe znači indirektno rušiti i razumske osnovice vjere. Ali i bez obzira na to, idejni kontekst i latentni ciljevi što ih zapažamo u djelima ovih autora pokazuju upravo posve protivne namjere, usprkos filozofski često nezgodnog, pa recimo: kadgod i posve neispravnog izražavanja. Rušeći determinizam i njegove pretjeranosti indeterministi ne idu za tim, da zaniječu svaku uzročnost[61a] — što bi dakako bilo apsurdno — nego da na jednom znatnom području, pronadu jednu drugu uzročnost, prividno hirovitu, ali u stvari samo s ljudskog gledišta nedeterminiranu. U zbilji se radi po njihovom mišljenju o nedeterminiranosti koja je na dnu prvotne strukture tvari,[62] koja je — kaže prof. Hondl — analogna ili upravo identična sa slobodnom voljom.[63] To bi zapravo imala biti ničim nevezana uzročnost Duha koja je u pozadini svega mehaničkog zbivanja.[64] Ako je tako, onda bi nas možda fizika — svojim vlastitim sredstvima i putevima — privela k istom cilju kome nas odavna vodi tradicionalna filozofija: spoznaji da je Bog prvotni i trajan uzrok svega zbivanja i da za nj ne vrijede zakoni determinizma; ili u najmanju ruku, da je sloboda — čija i kakva to se ne kaže — u pozadini stvari te da je prema tome svemu i čudo moguće.

14. Kakogod međutim bilo, činjenica je, da je ovo identificiranje determinizma s kauzalnošću i konsekventno tome nijekanje kauzalnosti bez kakve pobliže oznake bilo za početke naučnog determinizma dosta teško. Snabdjeveni idejama kauzalnosti najrazličitijeg filozofskog sadržaja, učenjaci su se posve na spomenutom filozofskom kongresu u Parizu žestoko sukobili, ne štedeći kadgod nimalo izraza, da dokažu ispravnost svoga stajališta.

Posebno se žestokim pokazao Sir Herbert Samuel, koji je cio problem indeterminizma nazvao intelektualnom konfuzijom pa čak i pravom ludošću. Indeterministi drže, kaže on, da u svijetu vlada neka slučajnost, neka moć zvana »usud«, da ima neodređenih sila, koje nije moguće razumski kontrolirati. Nedavno je ove tendencije i to po prvi put, potpomogla znanost. Heisenberg je 1927. izložio princip indeterminacije koga ponekad nazivaju i »principom nesigurnosti«. Njegovo obrazlaganje potpomogli su Niels Bohr, Schrödinger, Eddington i drugi eminentni fizičari. Istraživanja o strukturi atoma te istodobno kvantna teorija pokazali su da je nemoguće naučnim istraživanjem točno odrediti brzinu i položaj

[61a] Makar to kadgod i verbalno rekli! Na to dobro treba paziti, jer inače će nam se dogoditi da ćemo fizičare posve krivo razumjeti.

[62] Matière et lumière, p. 269.

[63] Autonomija fizikalnih znanosti, p. 9.

[64] Pogledi suvremene fizike, pp. 95, 96.

elektrona: jednu ili drugu, ali nikad obje. I to da neće nikad biti moguće nikakvim čovjeku poznatim sredstvima, jer same metode opažanja ruše fenomen koga ispituju. Osim toga najveći dio svemirskih pojava nadilazi sposobnost ljudskog opažanja. Iz ovih su činjenica Heisenberg i njegovi pristaše izveli zaključak da se mora priznati opstanak principa indeterminacije, te da princip univerzalne kauzalnosti u prirodi mora biti napušten. Po tom oni zaključuju da imamo pravo predpostaviti da u prirodi vlada slučaj. I konačno da je sve to važno zbog problema slobodne volje.[65]

Te tvrdnje, kaže H. Samuel, nisu osnovane. Postoji nesigurnost, to je istina, ali ona može proizlaziti od fizičara, a ne od elektrona; biti u laboratoriju a ne u svemiru. Isto tako ništa ne smeta što se stvar ne može predvidjeti naučnim metodama. Može se zaključiti iz raznih primjera — uzetih iz makrofizike — da determinizam vrijedi u svim drugim slučajevima. I pozivajuć se pri tom na stari deterministički argumenat H. Samuel kaže: Sveopće iskustvo pokazuje da je narav uniformna. To je dokazalo dnevno iskustvo čovjekovo kroz stoljeća povjesti ljudskoga roda i milijonima pokusa u tisućama znanstvenih laboratorija kroz tri posljednja stoljeća. Nikad se nije dokazalo da postoji ijedan izuzetak u jednoobraznosti prirodnih zakona. Zato je opravdano zaključiti da kauzalnost ima univerzalnu primjenu.[66]

H. Samuel očito identificira kauzalnost i determinizam, i pri tom još zaboravlja da indeterministi, upravo na temelju svojih pokusa, niječu da bi postojao univerzalni naučni determinizam. Možda autor i osjeća nedostatnost takove argumentacije pa se stoga i pozivlje na Plancka i Einsteina i Lorda Rutherforda koji da su također deterministi. Planck uistinu kaže prema citatu H. Samuela: »Ima danas eminentnih fizičara koji su skloni, — prisiljeni činjenicama, — da žrtvuju princip stroge kauzalnosti sa stajališta fizičkog svijeta... Međutim koliko mogu vidjeti takvo odreknuće nema nikakvog temelja.«[67] Za Einsteina veli da mu je pisao 1931. list, u kome među ostalim kaže: »Rekao sam Vam u našem razgovoru, da ne mogu smatrati kao definitivnu tendenciju današnjih teoretskih fizičara koji zabacuju princip kauzalnosti ili determinizam... Oni ostaju pri tom da determistička teorija mora biti zabačena i da je to »konzervatizam« zasnovan na navici i predrasudi tražiti takvu teoriju. Po mom mišljenju oni idu predaleko.«[68] Slično se također god. 1933. u listu H. Samuelu izrazio i Lord Rutherford.[69]

[65] Sir Herbert Samuel, Analyse de l'indéterminisme, Travaux du IX Congrès International de Philosophie, 1937, VII, pp. 21, 22.

[66] Ibid., p. 23.

[67] Ibid., p. 25.

[68] Ibid., p. 26.

[69] Ibid., p. 27.

Po sebi nas nimalo ne iznenaduje da su učenjaci kao Planck, Einstein, Rutherford pa i drugi ustali na obranu determinizma indentificirana kauzalnošću. Pitanje je samo u kom je smislu ta identifikacija opravdana.

F. C. — S. Schiller iz Los Angelosa u svojoj raspravi na istom kongresu: »How far does science need determinisme«, u kojoj je mjeri determinizam potreban nauci? zastupa mišljenje, da je upravo kvantna fizika pokazala, da determinizam ne može uopće ništa afirmirati o samoj strukturi stvari. I da je on samo metoda koja dopušta da se proreknu budući događaji. To otkriće granica determinizma s naučnog stajališta pisac smatra veoma važnim i za filozofiju.[70]

Drugi, naprotiv kao Mme Zénitta Vivier,[71] S. Zaremba[72] zastupaju determinizam: što više ovaj posljednji kaže, da je determinizam bez ograničenja uvjet opstanka znanosti, a tamo, gdje izgleda da on ne postoji, postoji samo naše neznanje.[73]

15. Većina medutim predavača na kongresu, koliko se vidi i koliko se može razabrati,[74] pristaše su indeterminizma. No to nije toliko važno koliko činjenica da ti predavači ne govore barem općenito uzevši o indeterminizmu na onaj način kako im se imputira i kako su nekoć mnogi od njih zbilja govorili.

Prvo, ni kod koga gotovo od njih ne nailazimo na tvrdnje da bi indeterminizam pretpostavljao da u prirodi vladaju neke čiste slučajnosti, neki »Fatum« ili kako još — rugajući se i citirajući Fridriha Velikog kaže H. Samuel — da »što čovjek više stari, to se više uvjerava da Njegovo Veličanstvo »slučaj« obavlja tri četvrtine posla u ovom kukavnom svemiru«.[75]

Još je markantnija činjenica, da predstavnici indeterminizma na kongresu ne identificiraju determinizam i kauzalnost. To je novo stanovište naročito pomno obrazložio L. de Broglie. Dok je prije i sam bio sklon da poistovjeti determinizam i kauzalnost sad naprotiv piše: Odnošaj ovih dvaju pojmova izgleda da nije bio uvijek dobro preciziran. On uostalom mnogo zavisi o definicijama što ih usvajamo za jedan i za drugi pojam. Tako neki autori smatraju pojam kauzalnosti uži od pojma determinizma pa kažu da u kvantnoj fizici postoji još determinizam, ali da nema kauzalnosti. Izgleda nam, naprotiv, naravnije reći, kaže L. de Broglie, — i u pogledu

[70] Travaux du IX Congrès International de Philosophie, pp. 28—33.
[71] Ibid., pp. 34—41.
[72] Ibid., pp. 42—42.
[73] Ibid.
[74] Kažemo »i koliko se može razabrati«, jer svi ne govore izravno o pitanju indeterminizma.
[75] Ibid., art. cit., p. 21.

terminologije on nesumnjivo ima pravo — da u kvantnoj fizici nema više determinizma u prije spominjanom smislu, ali da postoji kauzalnost u smislu, koji ćemo odmah eksplicirati.

Promatrajmo, veli pisac, pojavu A koju slijedi jedna, — ali koja bilo — od pojava B_1, B_2, B_3... Ako se, osim toga, nijedna od pojava B_1, B_2, B_3... ne zbudne da se prije ne zbudne A, onda možemo reći da A uzrok B_1, B_2, B_3,... i ta će definicija biti u skladu sa starom izrekom »Sublata causa, tollitur effectus«. Po ovoj definiciji postoji dakle uzročna veza izmedu pojava A i pojava B_1, B_2, B_3..., no nema više determinizma u gore spominjanom smislu, ako nikako ne možemo predvidjeti koja će se od pojava B_1, B_2, B_3... zbiti kad se je A zbio. Determinizam se pojavljuje samo u krajnjem slučaju, kad postoji samo jedna pojava B. A čini nam se zbilja, da mi u kvantnoj fizici imamo takvu uzročnost bez determinizma gdje mogućnost točnog predvidanja dolazi ponovno do izražaja samo u iznimnim slučajevima, koje teoretičari nove mehanike nazivaju »čistim slučajevima«.[76]

Da sve ovo objasnimo uzet ćemo kao primjer već spominjani elektronski top koji bombardira površinu kristala. Kad top počne funkcionirati, vidjet ćemo svjetlucanje na izvjesnoj točci zaslona što je pred njim, dok, razumije se, ako top ne funkcionira, nećemo vidjeti nikakva svjetlucanja. Možemo dakle reći da je funkcioniranje elektronskog topa uzrok svjetlucanju, iako ne možemo točno predvidjeti koje će se moguće svjetlucanje zbiti na površini zaslona kad top počne djelovati. Izgleda dakle — L. Broglie je tip pravog učenjaka, koji nije nikad kategoričan u svojim afirmacijama — da ovdje postoji uzročnost u širokom, gore definiranom smislu, dok determinizma više nema.[76a]

Važno je notirati, kaže autor, da ovaj zaključak nije vlastit samo posebnom slučaju bombardiranju kristala elektronima. Njega je lako protegnuti na sve probleme, koji se postavljaju u kvantnoj fizici.[77]

16. Ova distinkcija izmedu determinizma i kauzalnosti znači zapravo jedan silno veliki korak na putu raščišćavanja diskutiranog problema. Fizičar time ostaje striktno u svome empirijskom području i na tom terenu, odakle je determinizam da tako reknemo pucao i rušio oko sebe sve ostale mogućnosti — čuda i slobodne volje — indeterminizam zauzimlje pozicije, i u pozicijama fizičkog determinizma pravi prodor, čiju širinu — kako je slikovito i duhovito bilo rečeno — pokazuje Planckova konstanta h. Na svom području, na području naučnih empirijskih činjenica determinizam je

[76] Ibid., art. cit., p. 7.
[76a] Ibid., pp. 7, 8.
[77] Ibid., p. 8.

morao uzmaknuti, i time samim što je bio prisiljen prepustiti jedan dio terena indeterminizmu on je izgubio onaj nepravedno uzurpirani izgled univerzalne vrijednosti. Determinizam, to nam kaže nova kvantna fizika, ne vlada čitavim svijetom.

Dokle determinizam vlada, dokle se protežu njegova prava, to je jedno novo pitanje u kog nećemo sada zalaziti. Sigurno da bi na temelju svega ovog što smo rekli barem hipotetički mogli argumentirati pa reći: Kad je tako s determinizmom tamo gdje se on smatrao najjačim, šta će tek biti u biologiji i u drugim naukama, koje očito nemaju posla sa samom tvari? I doista u današnjoj biologiji sve se više čuju glasovi, da ni tamo ne vlada rigorozni determinizam. Nama je dosta bilo konstatirati da je u fizici uzmakao.

A što se tiče upornosti kojom jedni učenjaci, i to ne najneznatniji, ostaju uz determinizam, držimo da bi ovdje bilo na mjestu reći nešto analogna onome što je Max Planck još pred dvije tri godine rekao: »(Ich bin der Ueberzeugung), dass eine beträchtliche Anzahl wissenschaftlicher Kontroversen, und gerade solcher, die mit besonderer Lebhaftigkeit ausgefochteten wurden, im Grunde darauf hinauslaufen, dass die beiden Gegner, oft ohne das deutlich auszusprechen, bei der Anordnung ihrer Gedankengänge von vornherein ein verschiedenes Einteilungsprinzip benützen...«[78] Nema sumnje, da su L. de Broglie i drugi učenjaci s njime, onako jasno formulirali svoju misao o različitosti kauzaliteta i determinizma, da bi mnoge rasprave otpale. Ali i shvatljivo je, da u prvim počecima toga nije moglo biti: tapajući spočetka kao po tami i tražeći samu narav indeterminizma oni nisu mogli, kao nestručnjaci u filozofiji, naći smjesta najadekvatnije izraze da njima točno označe novootkrivenu realnost.

Ako su neki učenjaci, i baš prvi, uporno branili pa i još danas brane princip uzročnosti u tom nema ništa čudna. Potpuno uvjereni — u koliko su filozofi, — da kauzalni princip ima svoju apsolutnu vrijednost oni su posve opravdano s najvećom upornošću stali na njegovu obranu. Ali tko jednom uoči, da se ne radi o metafizičkom principu kauzalnosti, nego zapravo o empirijskom, zapravo o načelu empirijskog determinizma, on ga prestaje braniti, jer uviđa da se ne isključuje svaka, nego samo deterministička kauzalnost. U tom pogledu sigurno je najznatnija evolucija Maxa Plancka, donedavna odlučnog deterministe i pobornika kauzalnosti a danas vrlo umjerenog pristaše jednoga i drugoga. U svojoj raspravi »Der Kausalbegriff in der Fizik« koja je izišla 1937. on, nakon što je objektivno obrazložio stajalište determinista i indeterminista, zaključuje: »So können wir abschliessend sagen: das Kausalgesetz ist weder richtig noch falsch, es ist viel

[78] Die Physik im Kaupf um die Weltanschauung, p. 6, 7.

mehr ein heuristisches Prinzip, ein Wegweiser, und zwar nach meiner Meinung der wertvollste Wegweiser, den wir besitzen, um uns in dem bunten Wirrwarr der Ereignisse zurechtzufinden und die Richtung anzuzeigen, in der die wissenschaftliche Forschung vorangehen muss, um zu fruchtbaren Ergebnissen zugelangen.«[79]

Mi bi zamjerili Plancku da ovako govori o metafizičkom principu kauzalnosti, ali on očito te namjere nema. Na fizičare ne spada, da se metafizikom bave.

III. Filozofski zamašaj i značenje nove nauke.

17. Sudeći po ovome što smo dosad rekli o tendencijama nove fizike, a još više i po raspravama što ih neki fizičari posljednjih godina publiciraju, mogli bi zaključiti, da je fizika kao takova pozvana da daje presudno mišljenje u nizu čisto filozofskih problema. Treba samo pogledati naslove rasprava uvaženog i više puta spominjanog fizičara Maxa Plancka pa da se o tom uvjerimo. Uz svoje stručne stvari on obrađuje i ove probleme: Kausalgesetz und Willensfreiheit, Vom Wesen der Willensfreiheit, Die Physik im Kampf um die Weltanschauung, Der Kausalbegriff in der Physik, Religion und Naturwisenschaft. S najvećim mirom i s dubokim uvjerenjem Plack na početku jedne od ovih svojih rasprava dokazuje, da se fizika mora baviti ovim problemima, jer da je ona oružje, i to vrlo oštro, u borbi za svjetovni nazor, im Kampf um die Weltanschauung.[80]

Stvarno, od fizike počevši i bila je zametnuta borba proti tradicionalnom shvaćanju ljudske slobode i kršćanskom poimanju čuda. Od nje je determinizam uzimao argumente u cilju da obori mogućnost svakog zbivanja koje nije mehanički uvjetovano. Pa i po naravi svojoj, barem u prvi mah, izgleda da fizika kao nauka, najbliža vidljivoj stvarnosti, ima da bude važna ishodišna točka svih velikih životnih i filozofskih problema. »Nihil est in intellectu quod non fuerit prius in sensu« rekli su već stari. Ako je dakle fizika nauka osjetne stvarnosti, onda izgleda posve očito, da ona ima i mora imati svoju odlučnu riječ pri rješavanju svih temeljnih zakona bića. A ipak uza svu ovu prividnu očitost pitanje je, da li su ove pretenzije fizike opravdane, iako jesu u kojoj su mjeri? Nije nimalo indiferentno kako će biti odgovoreno na ovo pitanje, jer tek o tom odgovoru zavisi konačni zamašaj fizičkog indeterminizma i njegovo filozofsko značenje.

[79] P. 26.
[80] P. p. 4.

Zahvaćen u cjelini ovaj problem je kud i kamo krupniji nego bi se u prvi mah moglo misliti: on u sebi implicite sadržava cio odnošaj moderne fizike prema filozofiji, a to je stvar u koju se jedva nekoliko umova našega vremena uopće usudilo zaći. Čitav razvitak fiziko-matematike išao je posljednja tri stoljeća tako odijeljenim putovima od filozofije, da danas i sam pokušaj uspostave kontakta traži od onoga tko bi se na to dao svestranu i duboku orijentiranost u jednoj i drugoj nauci. Veličine i vrednote kojim operiraju ove dvije nauke fiziko-matematika i filozofija u tolikoj su mjeri različite da treba prave smionosti da se čovjek s lakoćom odluči od jedne preći k drugoj. To su danas gotovo dva svijeta, među kojima vrlo pomno, i s mnogo poznavanja stvari treba uspostavljati vezu, ako nećemo da se prevarimo. Ali to, iako važno po problem koga obradujemo, nije i ne može biti predmet ove rasprave.[81] Njezin je cilj mnogo skromniji: ona bi htjela, da zašavši tek općenito u narav pozitivne a posebno fizičke znanosti, odredi koliko je moguće značenje i zamašaj indeterminističkih načela.

Prije svega, sasma općenito govoreći može se reći da postoji mogućnost izvjesnog kontakta između pozitivne nauke, posebno baš fizike i filozofije, u koliko je realnost predmet jedne i druge. Noviji barem fizičari, oslobodivši se nominalističkih koncepcija insistiraju mnogo na tom, da je predmet fizike realni svijet, svijet kakav stvarno postoji, a ne neka fikcija. Pa i strogo filozofski govoreći, ako fizika, kao i svaka eksperimentalna nauka nije nikakva ontologija — u najopćenitijem značenju ove riječi — ona ipak ima kao pozadinu ontološke, u biću zasnovane vrednote. Znanost — ako je dostojna toga imena — samo na temelju stvarne očitosti postavlja zasade i navodi razloge, tako da su njezine tvrdnje nužno istinite. Ali kako u stvarnosti, koju ona opaža, sve nije nužno, — štošta u njoj može biti i ne biti — predmet znanosti neće biti sve možebitnosti, realnost kakva takva, nego apstrahirana realnost, realnost oslobođena od možebitnih zasebnosti; bit će to realnost u koliko je nužna u koliko njome vladaju neki stalni zakoni.

Prema tome predmet eksperimentalnih nauka uzet kao cjelina nije konkretna, »bruto realnost« da tako reknemo, nego realnost odvojena u nekoj mjeri od konkretnih posebnosti. Zakoni, dakle, što ih znanost formulira nisu zakoni s v a k o g — pojedinog — realnog zbivanja nego zakoni s v e g a — u cjelini i općenito uzetog — realnog zbivanja. I u koliko zakonitost znači kauzalnost, zbivanje po uzročnim vezama, u toliko možemo reći da znanost traži kauzalnost svemu zbivanju, ali ne svakom pojedinom zbivanju.

No pitanje je upravo kakvu kauzalnost traži eksperimentalna znanost? Da li strogo ontološku, tražeći i otkrivajući nutarnje biti

[81] To je silno opsežni predmet kritike i klasifikacije znanosti.

stvari, ili možda šta drugo? U filozofskoj se nauci nesumnjivo traže najnutarnjije biti stvari, ali zar je to slučaj i u fizici i u drugim analognim naukama? Istražuje li fizika, proučavajući na pr. akceleraciju, nutarnju narav akceleracije? Očito da ne. Postoji dakle razlika između filozofije i eksperimentalnih nauka. Filozofske nauke idu za tim da ekspliciraju, da pronadu nutarnji uzrok stvari: p r o p t e r q u i d, *διότι ἐστιν* kako su volili govoriti stari; i nauke koje zapravo samo empirički konstatiraju: q u i a e s t, *ὅτι ἐστιν* da nešto jest ili da se uzročno nešto zbiva. I ove nam posljednje nauke pokazuju uzroke, ali ne u njihovoj nutarnjoj naravi, nego izvana, po učincima i znakovima. To je općenito slučaj induktivnih nauka. I one, dakako, formulirajući svoje zakone oslanjaju se na biti stvari, ali same po sebi ne otkrivaju nam tih biti. One dapače i teže u nekom smislu da te biti otkriju, a ipak eksperimentalne znanosti ostaju bitno različite od filozofije.

Postoji, dakako, između filozofije prirode i metafizike s jedne strane i empirijske nauke s druge strane neki dodir. No kakve su točne značajke fizike, u kolikoj je naime ona mjeri zaista empirijska nauka, to je veliki problem. Otkad je ona postala »univerzalnom znanošću osjetilne prirode« udaljivši se od filozofije i poprimivši matematski oblik, nastao je konflikt između te dvije nauke. Fizikomatematika počela je puštati po strani kauzalnost u pravom empiričkom smislu i služiti se čisto matematskim simbolima. Na taj način ona je postala znanost osjetne prirode te je stala primjenjivati na same fizičke pojave matematske odnošaje.

Ova matematizacija fizike stvorila je između nje i filozofije, kao što smo rekli dubok i u nekom smislu nepremostiv jaz.

Fizika se istina kako je već više puta naglašeno oslanja na ontološku stvarnost. Bez te stvarnosti nje dapače ne bi bilo. No u sadanjem svom stanju ona izgleda prilično daleko od te stvarnosti. Slušajući dapače neke predstavnike te nauke morali bi misliti da ona o stvarnosti uopće računa ne vodi. Jedan od najvećih matematičara našeg vremena H e n r y P o i n c a r é piše: »Matematske teorije (o fizičkim pojavama) nemaju kao cilj da nam otkriju pravu narav stvari; to bi bila nerazumna pretenzija. Njihov je jedini cilj da srede fizičke zakone koje nam iskustvo pokazuje, ali koje bez pomoći matematike mi ne bi mogli ni izraziti. Šta nas briga postoji li eter stvarno, to je posao metafizičara; glavno je za nas da se zbiva kao da postoji.«[82]

Kod ovakve koncepcije — a ona nije zasebna Poincaréu — treba biti vrlo oprezan kad se radi o povlačenju zaključaka s filozofskom vrijednošću na temelju fizičkih pokusa i teorija. Ne mislimo time reći da bi trebalo dvojiti o istinitosti podataka fizičko-mate-

[82] La Science et l'Hypothèse, Paris, 245, 246.

matske nauke, ali svakako treba dobro paziti na smisao koji se podacima daje.

Fizika, u koliko se u dnu ipak zasniva na stvarnosti ne zadovoljava se dakako samo simbolima: preko svega toga ona u nekom smislu teži za instinskom realnošću. Fizičar barem zbog neuklonjive tendencije ljudskog razuma, zbog metafizičkog principa uzročnosti, koji posvud vlada, čuti u sebi sklonost da svoje čisto matematske dedukcije nadopuni, ako ne u području svoje nauke — što dakako nebi imalo smisla — a ono u organičkom sklopu svoga znanja, načelima i uzrocima stvarnog fizičkog i u ovom smislu i ontološkog reda. Na ovaj način on sam uspostavlja odnošaj između svoje nauke i stvarnosti.

Kraj svega toga, silno je važno uočiti, da po sebi realnost fizičkih nauka ne znači nešto posve identična realnosti filozofskih nauka. Cio niz nesporazumaka tokom historije, a posebno kroz posljednja tri stoljeća, nastao je otud, što su fiziko-matematičari pripisivali drugi smisao riječi realnost nego filozofi. Filozofija, kao što znamo, distingvira i suprostavlja realno biće i misaono biće (ens reale et ens logicum) i to je za nju kapitalna stvar. Naprotiv, fiziku kao takvu, ta distinkcija ne zanima; njoj je realno ono što se da definirati mjernim operacijama i što se barem teoretski da realizirati. Međutim, kako je i filozofski i fizički govoreći podloga mjerenja — kvantiteta — realno svojstvo stvari ta se razlika često ne uvida pa se suponira da fizičar i filozof govore uvijek istim jezikom, riječima koje imadu isti sadržaj.[83]

To dakako ne znači da nikakva fizička realnost nije istinska filozofska realnost.

U koliko je fizičko-matematska nauka, putem apstrakcije, in ultima linea, dobila svoj predmet iz osjetnih kvantitativnih podataka, ona, općenito barem, čuva radikalni kontakt sa stvarnošću i uključuje neke i filozofski govoreći realne vrednote. I što je direktnije došla do ove ili one tačke svoje nauke, što je naime neposrednije bila pri tom vezana uz eksperimentalne podatke, to općenito govoreći, sigurniji možemo biti o njezinoj stvarnosti.

A kako je sad s novom fizikom obzirom na njezinu vezu sa realnošću?

Po izjavama samih fizičara, kako smo već čuli, ona je strogo realistična. »Fizičar, kaže Eddington, ukoliko umuje kao fizičar posve je uvjeren o realnosti vanjskog svijeta. Tako on vjeruje da atomi i molekuli u stvarnosti postoje; za nj to nisu jednostavne fikcije koje mu daju načina da shvati izvjesne zakone kemijskih

[83] Tko bi želio o ovoj stvari opsežnije podatke, naći će ih u studiji R. Dalbieza, Dimensions absolues et Mesures absolues, Revue Thomiste, mars—avril 1925.

sastavina...«[84] S elanom što ga je fizika poprimila novom naukom o kvantima posebno se trudi da prodre do u najdublje tajne materije. Usprkos tome, po svojoj naravi i nova fizika ne zalazi u samu bit stvari. Može čovjek pročitati veći broj djela novijih fizičara, pa da ostane iznenađen, ne naišavši nigdje na definiciju kvanta u smislu u kome bi je filozof tražio. A ipak kvant učinka ili djelovanja (Wirkungskvantum, quantum d'action) »najtemeljnija je fizička stvarnost«, o njoj se piše i govori i raspravlja. Ali sve što o njoj precizna nalazimo to je da je konstanta $h = 6{\cdot}55 \times 10^{-27}$ ergsekunda; o njezinoj nutarnjoj naravi ništa ne otkrivamo.

Nećemo dakako na temelju ovoga poreći značajku realnosti kvantumu učinka ni pokušati umanjiti značenja indeterminizma na njemu zasnovanog. No ne smijemo bez daljnjega, kvantumu učinka dati neki ontološki — u biću zasnovani — zamašaj, koga on možda nema. Pomoću ovoga kvanta učinka, Planckove konstante h, koja je napravila prodor u pozicijama determinizma, nemamo prava da smatramo probijenom i tradicionalnu filozofsku frontu.[85] U koliko je indeterminizam nove fizike zasnovan na stvarnosti — a mi nemamo razloga da o tom dvojimo — u toliko on obara eksperimentalni determinizam — jedini koga je učenjak u koliko je učenjak mogao zastupati.

Dakako da je i ovaj događaj od velikog značenja, a nama je njegov zamašaj sad tim lakše procjeniti što smo vidjeli da se je na eksperimentalnom determinizmu zasnivala čitava jedna pseudofilozofija, koja se tobože kao činjenično utvrđena, smatrala pozvanom da ruši mogućnost svakoga mehanički nedeterminiranog zbivanja, pa prema tome i čuda. Taj mit o sveopćoj vrijednosti strogog determinizma danas stvarno izgleda oboren. S toga se stajališta napredak, što ga je realizirala nova kvantna fizika, može uistinu smatrati velikim, epohalnim upravo, jer je njome razvedrena nesnosna atmosfera determinizma, koji je pretenciozno sputavao i ograničavao horizonte ljudskog duha. Nema sumnje, da će mnogom učenjaku, s ovim proširenim naučnim pogledima biti lakše dopustiti mogućnost čuda. I ako je istina da je javno mnijenje kulturnih naroda stalno formirano pod utjecajem naučnih tekovina, možemo se opravdano ponadati, da će neraspoloženje prema samoj mogućnosti čuda, koje je tako rašireno bilo, znatno spasti. Sama ideja da u strogo naučnom području postoji čitava jedna domena nedeterminiranosti, mogućnosti, koje se barem predvidjeti ne dadu, proširit će

[84] Espace, temps, gravitation, trad. Rossignol, Paris, 1921, p. 222.

[85] Ispravni filozofski determinizam ima sasvim drugi smisao. On je izražen formulom: »omnis natura determinatur ad unum« te se kao takav ne može oboriti, niti bi kome to obaranje — i da je moguće — koristilo, najmanje filozofiji i kršćanstvu.

duhovno obzorje [illegible] ponukati ga, da odsad bude rezerviraniji u pogledu nijekanja stvarne mogućnosti svih, pa i čudesnih zbivanja.

Da li međutim sa strogo filozofskog stajališta naučni indeterminizam doprinosi šta proti determinizmu, i da li objektivno omogućuje čudo, to su dakako druga pitanja.

Proti ispravnom filozofskom determinizmu, koji ništa ne govori o možebitnostima pojedinačnih zbivanja, nego samo o tom da je »omnis natura determinata ad unum«, sigurno da s indeterminizmom nije ništa dokazano. Metafizički principi determinizma koji ne unose krutost u pojedinačna zbivanja, da otud argumentiraju proti mogućnosti čuda, nego samo afirmiraju stalnost naravî kao takvih, ostaju i ostat će i dalje neoborivi. Što više ovako shvaćen determinizam sačinjava podlogu na kojoj se čudo zbiva i bez koje se ono ne bi moglo razumjeti, jer bi izgubilo značaj izvanrednosti. Korelativno tome naučni indeterminizam, na temelju onog što o njem dosad znamo, ne izgleda da je pružio novih metafizičkih dokaza za mogućnost čuda. Nije isključeno da daljnim istraživanjem, dođemo do spoznaje o metafizičkom zamašaju principa indeterminacije i prema tome o njegovoj (barem negativnoj) vrijednosti pri utvrđivanju mogućnosti čuda. Ako se to dogodi, neoborivim dokazima metafizike o mogućnost čuda pristupit će samo još jedan. Zasad o tom metafizičkom zamašaju naučnog indeterminizma držimo da je prerano govoriti.

Sasvim je druga stvar ako se radi o nezasnovanim tvrdnjama pseudo-filozofije pozitivizma, koju su na marginalnom prostoru nauke izgradili učenjaci i razni filozofi tvrdeći da determinizam ima sveopću vrijednost. U tom pogledu pojava naučnog indeterminizma stvarno je velik događaj, jer ona je ispodrovala i srušila onu tobože naučnu podlogu te filozofije. Taj je događaj znatan za sadašnjost, ali i za ovu daleku budućnost. Jer dapače i onda kad bi jednog dana došli do spoznaje, da je naučni indeterminizam isključivo subjektivne naravi, uzrokovan samim spoznajnim sredstvima, usluga što ju je on učinio proti nezasnovanim filozofskim pretenzijama determinizma i dalje će ostati: jer on je pokazao da fizički determinizam vrijedi samo utoliko ukoliko se oslanja na empirijski ili iskustveno utvrđene činjenice, te da prema tome ne može imati nekih apriornih univerzalističkih tendencija.